

УДК 622.692.4

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ЗАГЛИБЛЕННЯ АНКЕРНИХ ПРИСТРОЇВ У ПРОЦЕСІ ЗАКРІПЛЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

*М.І. Гідзак**ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42157,
e-mail: public@nung.edu.ua*

Одним из способов обеспечения устойчивого положения магистральных трубопроводов на грунтах с низкой несущей способностью является закрепление их с помощью анкерных устройств, то есть вовлечение в работу грунта dna траншеи. Экспериментально исследуется влияние глубины заложения и расстояния между анкерами на характер деформации грунтового основания под воздействием вытягивающего усилия на анкер при одиночном и "кустовом" способе их размещения

One of methods of providing of proof position of main pipelines on soils with low bearing strength there is fixing of them by anchor devices that bringing in is in work of soil of bottom of trench. In work, influencing of depth of book-mark, distances is experimentally probed between anchors, and character of deformation of the ground basis at an action drawing out effort on an anchor at the single and bush methods of their location.

Вважається, що побудований підземний трубопровід займає положення, визначене в проекті, згідно із яким виконано його укладання в ґрунт. Проте, досвід експлуатації свідчить, що за певних умов положення трубопроводу в ґрунті порушується, внаслідок чого він зазнає переміщень, розміри яких можуть набувати досить великих значень. Найчастіше такі переміщення відбуваються в ґрунтах із низькою несучою здатністю, а їх причиною є особливості взаємодії трубопроводів із зазначеними ґрунтами, які, однак, ще недостатньо вивчені, і тому не відображені у діючих нормах на проектування та експлуатацію трубопроводів.

Порушення поздовжньої стійкості підземних трубопроводів проявляється в утворенні вигнутих ділянок, найчастіше спрямованих вгору, аж до виходу із ґрунту. В ґрунтах із низькою несучою здатністю досить поширеним є вигинання трубопроводів у горизонтальній площині, і навіть вниз (вглиб ґрунту), що призводить до втрати стійкості положення. У цьому випадку трубопровід переходить у стан напівзаглибленого в ґрунт, а інколи - і на поверхню. Це дає підстави вважати, що зазначеному процесові сприяють зміни у напруженому стані трубопроводів, що зумовлюються сезонними коливаннями температури транспортованого продукту, зміною робочих тисків у трубопроводах, а також сезонні зміни властивостей ґрунту внаслідок сезонного коливання рівня ґрунтових вод. Отже, з метою забезпечення надійної роботи магістральних трубопроводів в даних ґрунтах їх необхідно закріплювати на проектних позначках. Найбільшого розповсюдження набули анкери, що передають навантаження ґрунтові шляхом "зачеплення" за масив останнього після занурення. До таких анкерних пристроїв належать гвинтові, розкриваючі та деформуючі анкери.

Збільшення несучої здатності анкерних пристроїв можна досягти кількома шляхами, а саме: збільшенням глибини закладання анкерів; застосуванням комбінованих методів (поєднан-

ням в одній конструкції анкерів та залученням у роботу ґрунту), використанням нових схем закріплювання трубопроводу, наприклад, "кущового".

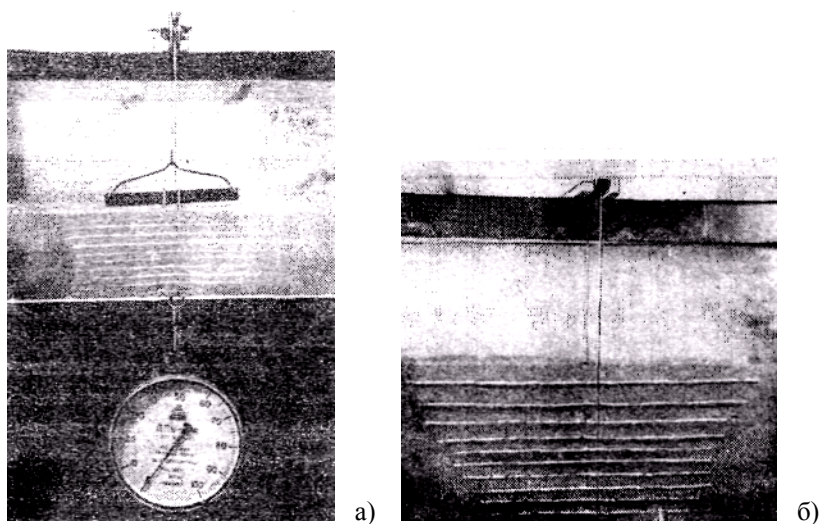
На жаль, в літературних джерелах характер взаємодії лопатей анкера із ґрунтом при "кущовому" способі встановлення анкерних пристроїв повністю не висвітлений. Це стосується глибини занурення анкерних пристроїв; характеру деформації навколишнього ґрунту; ступеня впливу на несучу здатність анкерних пристроїв відстані між ними у випадку одиночного та парного встановлення.

З метою зменшення об'єму експериментальні роботи з дослідження глибини закладання анкерів на натурних зразках та характеру деформації навколишнього ґрунту під дією зовнішнього витягаючого зусилля проводилися на експериментальній установці, зображеній на рис.1, а.

Експериментальна установка являє собою короб розмірами 500x500x400 мм, який, після встановлення у ньому моделі лопаті анкерного пристрою, засипається мінеральним ґрунтом. Для зменшення випаровування вологи із ґрунту дно та боки короба були вистелені полімерною плівкою.

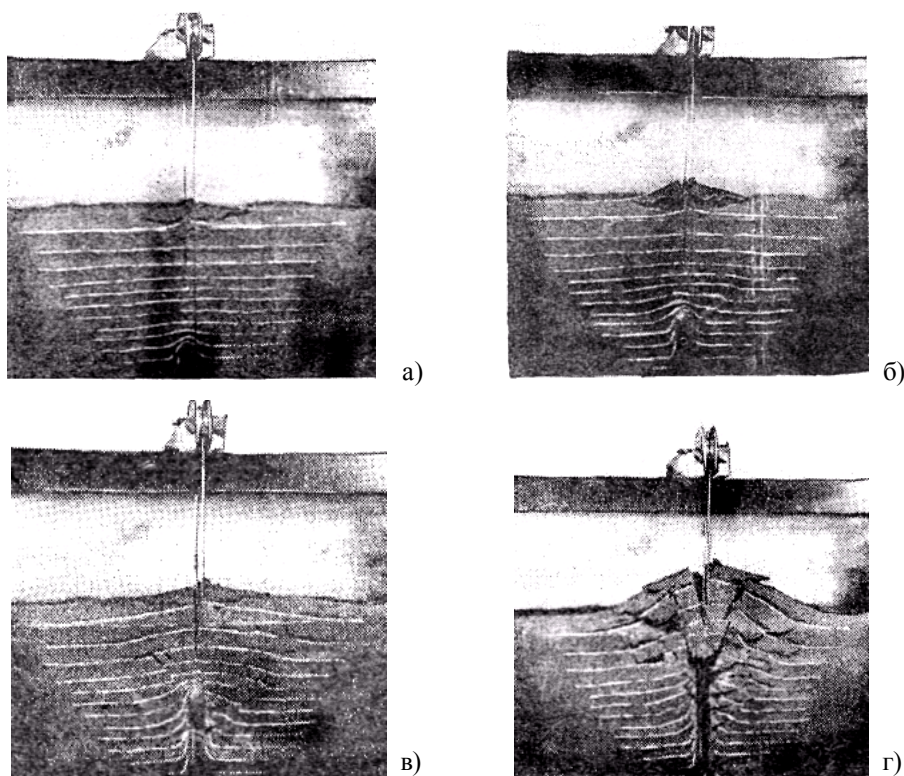
Витягаюче зусилля на модель анкерного пристрою створювали за допомогою зовнішнього навантаження, що передавалось через металеву струну, перекинуту через рухомий блок, з'єднаний із силовим динамометром. За характером деформацій, що відбуваються в масиві ґрунту після прикладання зовнішнього зусилля, спостерігали через передню стінку короба, виготовлену із прозорого скла.

Як мінеральний ґрунт використовували су-пісок сірий вогістію 10-12% та кутом внутрішнього тертя $\varphi_{тр}=38^\circ$, а також суглинок жовто-сірий вогістію 14-16% та кутом внутрішнього тертя $\varphi_{тр}=28^\circ$. Однорідність мінерального ґрунту досягали шляхом пошарового ущільнення, а для наочності під час спостереження за характером деформацій ґрунту в області моделі



а) загальний вигляд; б) схема закладання анкера

Рисунок 1 – Експериментальна установка для дослідження характеру зміни деформації ґрунту під дією витягаючого зусилля

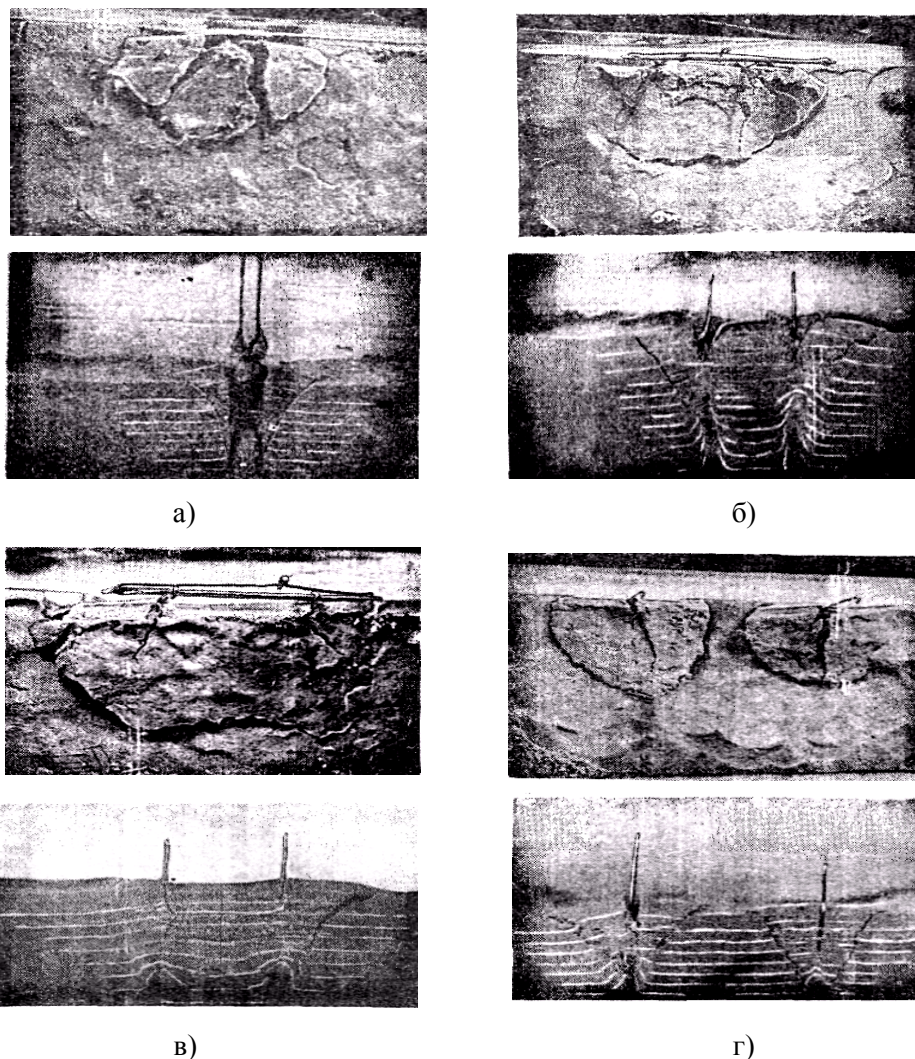


а, б, в, г – етапи деформації ґрунту під дією зовнішніх навантажень рівних відповідно 0; 5,48; 7,5; 8,02; 8,24 кг

Рисунок 2 – Характер деформації ґрунту у разі збільшення величини витягаючого зусилля для одиночних анкерних пристроїв

анкера в ґрунт поблизу прозорої скляної стінки вводили горизонтальні білі смуги (рис. 1, б). Залежно від типу ґрунту моделі анкерів закладали на глибини від 6 до 8 діаметрів лопатей анкера, що становила відповідно 120-160 мм (тобто в межах критичної глибини). На модель анкера прикладали зовнішнє ступінчасте навантаження з кроком 0,5 кг і з витримкою в часі.

У ході проведення експерименту також досліджували залежність характеру взаємодії пари анкерних пристроїв з ґрунтом від відстані між ними. Модель анкерного пристрою встановлювали на глибину рівну 7 діаметрів лопаті. Результати експериментів зображено на рис. 2, 3.



*а - відстань між анкерами рівна 0;
б, в, г - відстані рівні відповідно 4, 7, 8 діаметрів лопатей*

Рисунок 3 – Характер деформації ґрунту у випадку витягування пари анкерних пристроїв залежно від відстані між ними

Аналізуючи характер деформації ґрунту над лопатю анкерного пристрою, можна стверджувати, що спочатку відбувається деформація ґрунту безпосередньо над нею із формуванням ущільненого ядра параболічної форми (рис. 2, а). Збільшення зовнішнього витягаючого зусилля на модель анкера призводить до зрушування і переміщення лопаті анкера в напрямку дії витягаючого зусилля (рис. 2, 3). Подальше збільшення витягаючого зусилля призводить до збільшення переміщення лопаті анкера і утворення в нижній частині лопаті циліндричного незаповненого ґрунтом отвору, а також площин ковзання ґрунту (злам горизонтальних ліній) під кутом рівним $45^\circ + \varphi_{гр}$ (рис. 2, в).

Подальше вертикальне переміщення анкера відбувається без значного збільшення величини витягаючого зусилля, а в деяких випадках і у разі зменшення його. Крім того, на поверхні засипаного ґрунту утворюється опуклість у вигляді перевернутого, врізаного конуса (рис. 2, г).

Характер деформації ґрунтової основи при попарному встановленні анкерних пристроїв залежно від відстані між лопатями анкера представлений на рис. 3, а-г. Відстань між лопатями занурених анкерних пристроїв приймали рівною відповідно 0; 2; 4; 6; 7 та 8 діаметрів лопатей, а глибину встановлення моделі – 7 діаметрів лопатей.

Аналіз характеру деформації ґрунту для пари анкерних пристроїв дає підстави зробити такий висновок. За відсутності відстані між анкерами анкерна пара працює як одиночний анкер із більшим діаметром лопаті (рис. 3, а). У разі збільшення відстані між анкерами в межах від 2 до 7 діаметрів лопатей анкерна пара працює спільно, утворюючи єдине тіло випинання (рис. 3, б, в) (горизонтальні білі лінії між анкерами зсунуті угору). Найбільше значення величини зсуву спостерігається на лініях, розміщених поблизу поверхні лопатей анкерної пари. У поздовжньому перетині осей пари анкерних пристроїв утворюють спільні перевернуті зрі-

зані конуси випинання ґрунтової маси, розташовані над поверхнею лопаті, а на поверхні ґрунтової основи – спільні опуклості із розвинутою системою тріщин. Критичне значення витягаючого зусилля спостерігалось у випадку, коли відстані між анкерами дорівнюють 2; 4; 6 та 7 лопатей і становило відповідно 11; 12,25; 13,87 та 16,08 кг, а за відстані між ними, рівній 8 діаметрів лопатей, утворюється два самостійні перевернуті зрізані конуси із відповідними самостійними опуклостями на поверхні ґрунтової основи (рис. 3, г). В останньому випадку критичне витягаюче зусилля становить 12,15 кг., а анкерні пристрої працюють як одиночні.

Отже, надійне закріплення трубопроводів на ґрунтах із низькою несучою здатністю (заводнені та заболочені місцевості) за допомогою анкерних пристроїв повинно бути забезпечене не тільки конструкцією анкерних пристроїв, а й глибиною їх закладання та раціональною відстанню між лопатями (у разі парного встановлення анкерних пристроїв) – від 6 до 7 діаметрів лопатей.

Крім того, у ході проведення експериментальних досліджень було визначено коефіцієнт корисної дії "куща". У момент прикладання до анкера витягаючого навантаження ґрунт над лопатю ущільнюється і утворює ядро, що опирається на лопать і контактує з природнім неущільненим ґрунтом. Якщо припустити, що ущільнені ядра ґрунту, що утворюються над лопатями, не перетинаються між собою, то пара або "кущ" таких анкерів під час прикладання до анкера витягаючого навантаження повинні працювати як сума одиночних.

Література

1 Трофимов А.С. Прогрессивные методы закрепления трубопроводов на проектных отметках. В кн. Проектирование и строительство трубопроводов и газонефтепромысловых сооружений / А.С. Трофимов, В.В. Постников. – М.: Недра, Информнефтегазострой, 1982. – 68с.

2 Чирсков В.Г. Обобщение опыта и анализ строительства газопровода Уренгой-Челябинск. В кн.: Проектирование и строительство трубопроводов и газонефтепромысловых сооружений / В.Г. Чирсков, О.Я.Блич и др. – М.: Недра, Информнефтегазострой, 1980. – 87 с.

3 Чирской В.Г. Строительство магистральных трубопроводов / В.Г. Чирской, В.Л.Березин, Л.Г.Телегин. – М.: Недра, 1991. – 447 с.